



# Релейная защита и автоматика электроэнергетических систем

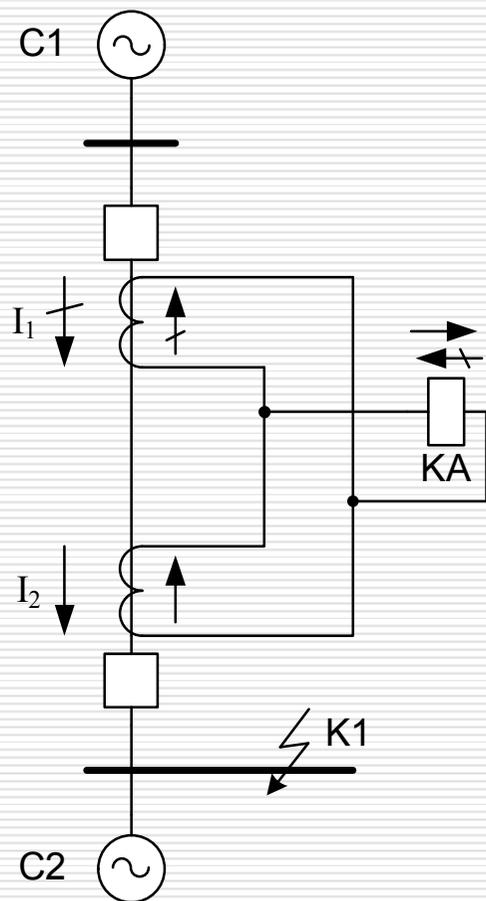
---

Лекция № 9

## Дифференциальная защита линий.

Составил: Пономарев Е.А.,  
ассистент каф. ЭСС ЭНИН

# Продольная дифференциальная защита линий



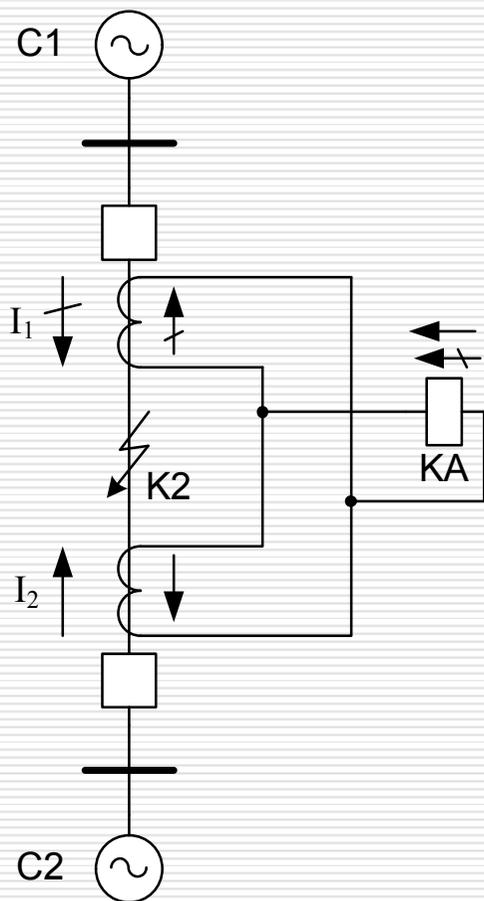
Нормальный режим и режим внешнего короткого замыкания:

$$I_p = \frac{I_1}{n_{\text{ТТ}}} - \frac{I_2}{n_{\text{ТТ}}} = \frac{1}{n_{\text{ТТ}}} (I_1 - I_2)$$

$$I_1 \approx I_2$$

Следовательно  $I_p \approx 0$

# Продольная дифференциальная защита линий



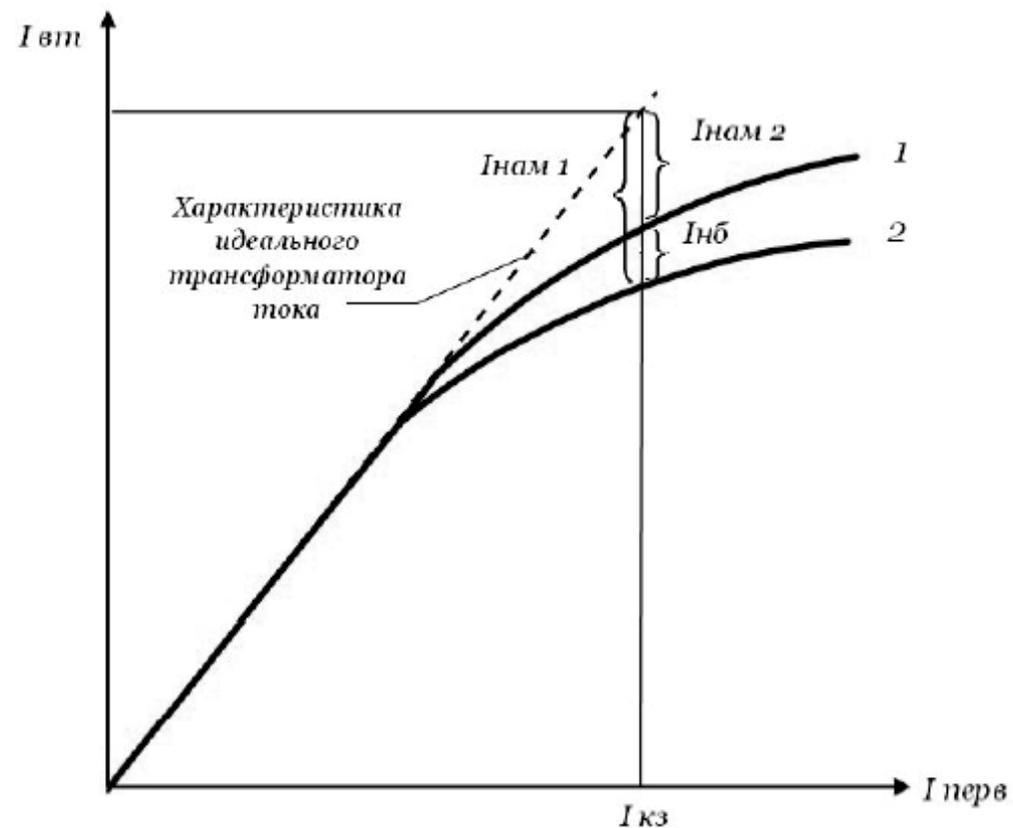
Внутреннее короткое замыкание:

$$I_p = \frac{I_1}{n_{\text{ТТ}}} + \frac{I_2}{n_{\text{ТТ}}} = \frac{1}{n_{\text{ТТ}}} (I_1 + I_2)$$

$$I_1 \approx I_2$$

Следовательно  $I_p \neq 0$

# Погрешности продольной дифференциальной защиты



$$I_{нб} = I_{нам1} - I_{нам2}$$

## Расчет параметров защиты

---

Ток срабатывания защиты отстраивается от максимального тока небаланса:

$$I_{с.з.} \geq k_n I_{нб.мах}$$

$$I_{нб.мах} = k_a k_{одн} f_i I_{КЗ.вн.мах}$$

$k_a$  – коэффициент, учитывающий влияние апериодической составляющей тока КЗ;

$k_{одн}$  – коэффициент, учитывающий однотипность ТТ;

$f_i$  – допустимая 10% погрешность ТТ;

$I_{КЗ.вн.мах}$  – максимальное значение тока внешнего КЗ.

## Оценка защиты

---

### *Достоинства:*

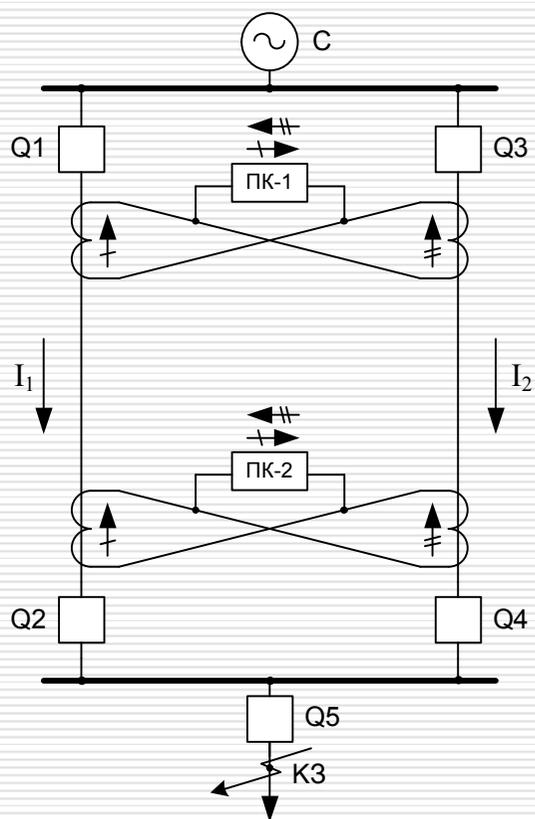
1. Простота алгоритма работы;
2. КЗ может быть ликвидировано мгновенно, без выдержки времени.

### *Недостатки:*

1. Необходимость прокладки контрольного кабеля, для соединения ТТ между собой.

***Область применения:*** в основном применяется для защиты оборудования – генераторов, трансформаторов, мощных двигателей.

# Поперечная дифференциальная защита линий

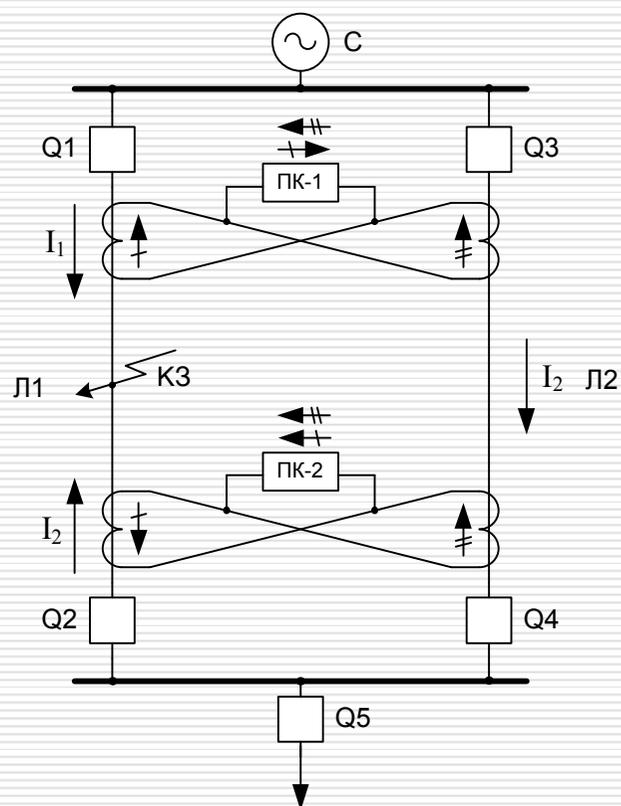


Нормальный режим и режим внешнего КЗ

$$I_{ПК-1} = I_{ПК-2} = \frac{I_1}{n_{ТТ}} - \frac{I_2}{n_{ТТ}}$$

$$I_1 \approx I_2 \Rightarrow I_{ПК-1} = I_{ПК-2} \approx 0$$

# Поперечная дифференциальная защита линий



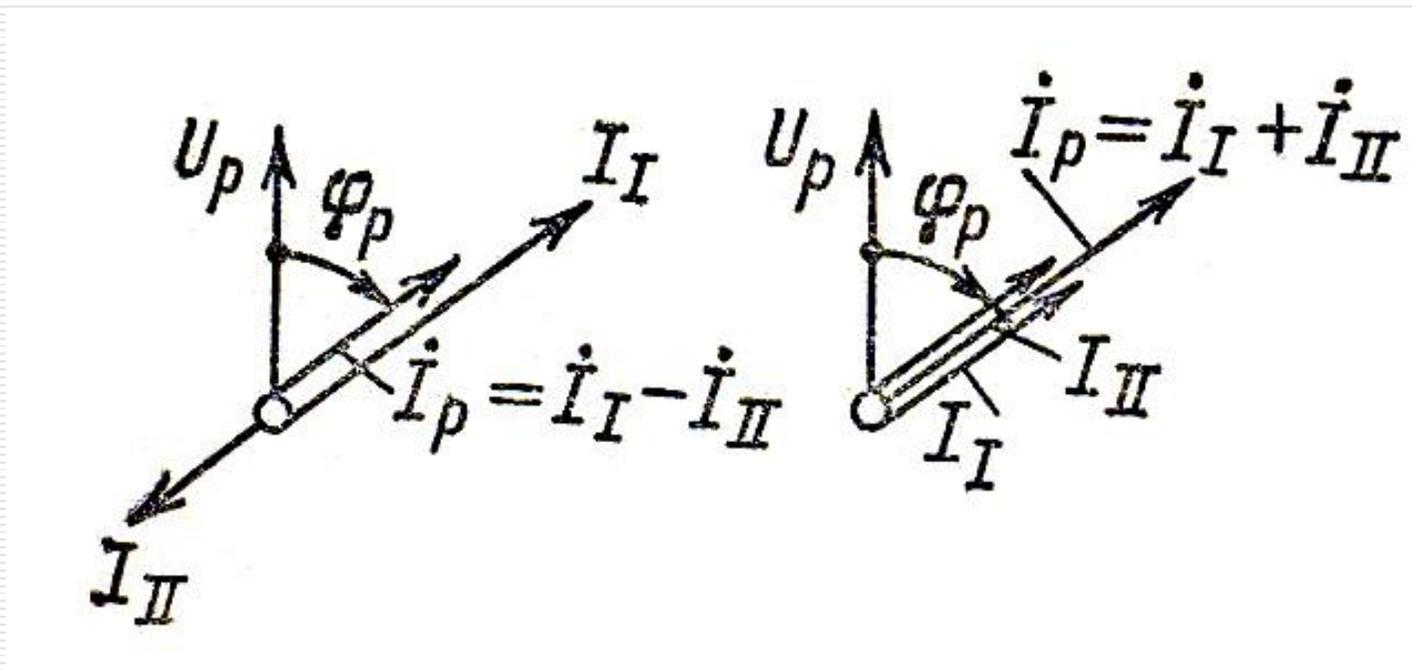
Режим внутреннего КЗ на линии  
Л1

$$I_{\text{ПК-1}} = \frac{I_1}{n_{\text{ТТ}}} - \frac{I_2}{n_{\text{ТТ}}}$$

$$I_1 > I_2 \Rightarrow I_{\text{ПК-1}} \neq 0$$

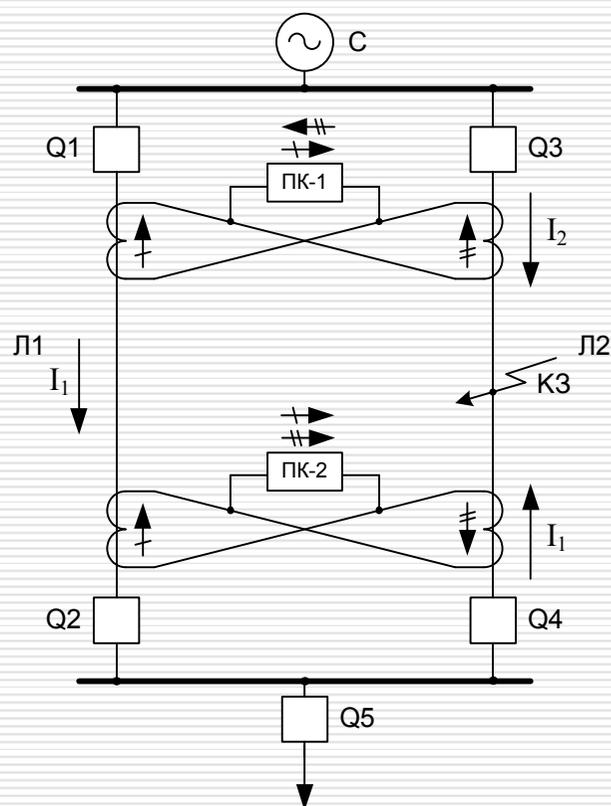
$$I_{\text{ПК-2}} = \frac{I_2}{n_{\text{ТТ}}} + \frac{I_2}{n_{\text{ТТ}}} \neq 0$$

## Поперечная дифференциальная защита линий



Векторные диаграммы при КЗ на линии Л1 (первого и второго полукомплекта соответственно). Отключение Q1 и Q2.

# Поперечная дифференциальная защита линий



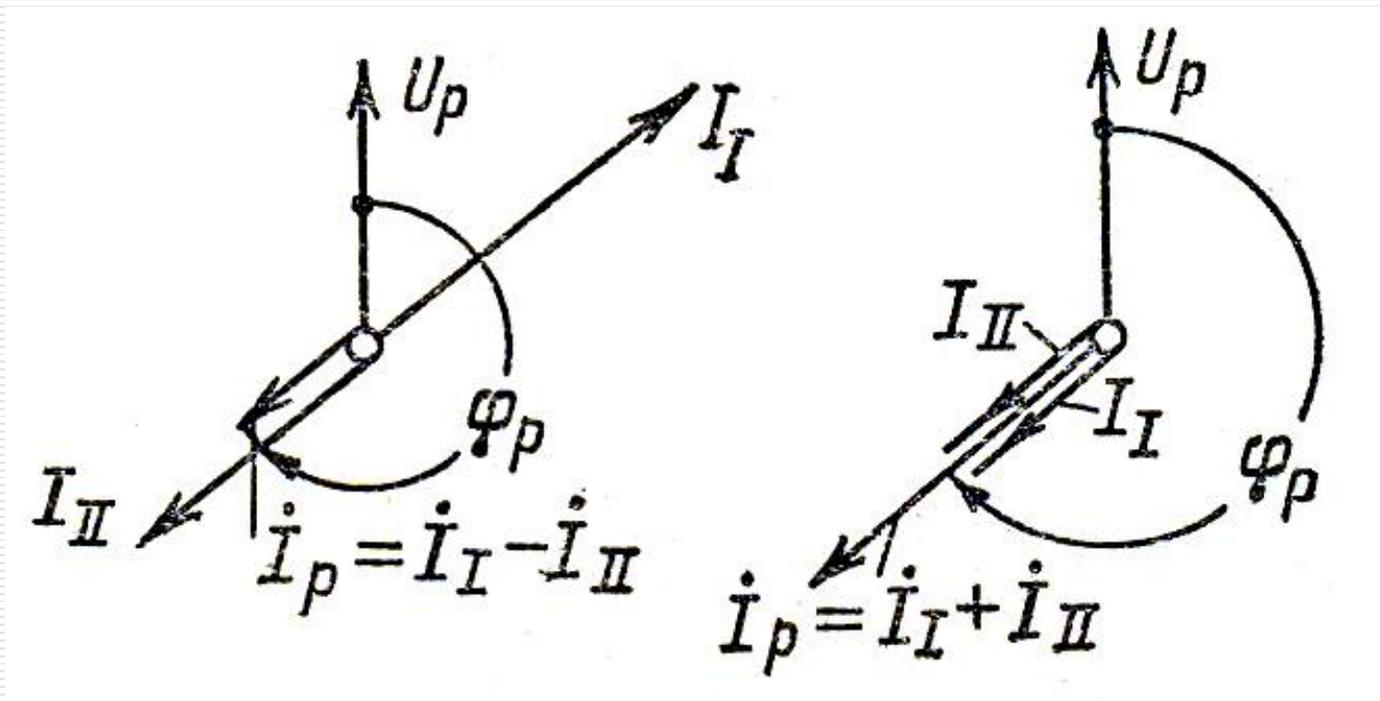
Режим внутреннего КЗ на линии  
Л2

$$I_{\text{ПК-1}} = \frac{I_1}{n_{\text{ТТ}}} - \frac{I_2}{n_{\text{ТТ}}}$$

$$I_1 < I_2 \Rightarrow I_{\text{ПК-1}} \neq 0$$

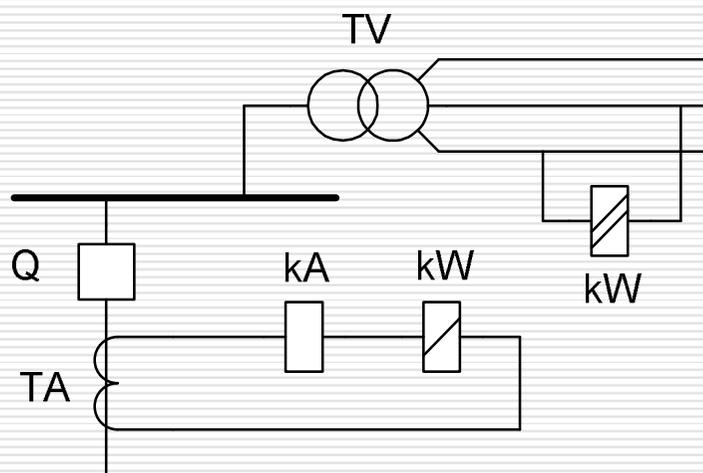
$$I_{\text{ПК-2}} = \frac{I_1}{n_{\text{ТТ}}} + \frac{I_1}{n_{\text{ТТ}}} \neq 0$$

## Поперечная дифференциальная защита линий

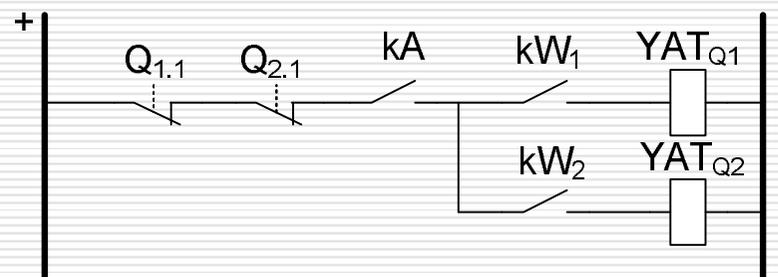


Векторные диаграммы при КЗ на линии Л2 (первого и второго полуконплекта соответственно). Отключение Q3 и Q4.

# Структура полуккомплектов



Цепи переменного тока  
и напряжения



Цепи постоянного  
оперативного тока

## Расчет параметров защиты

---

1. Ток срабатывания защиты отстраивается от максимального тока небаланса:

$$I_{с.з.} \geq k_n I_{нб.маx}$$

$$I_{нб.маx} = I'_{нб.} + I''_{нб.}$$

$$I'_{нб.} = k_n k_a k_{одн} f_i I_{КЗ.вн.маx} \quad I''_{нб.} = \frac{Z_{Л1} - Z_{Л2}}{Z_{Л1} + Z_{Л2}} I_{КЗ.вн.маx}$$

$Z_{Л1}, Л2$  – сопротивления линий Л1 и Л2.

## Расчет параметров защиты

---

2. Ток срабатывания защиты отстраивается от максимального тока нагрузки:

$$I_{с.з.} \geq \frac{k_H}{k_B} I_{раб. max}$$

Из двух рассчитанных значений выбирается большее.

Чувствительность защиты проверяется в точках равной чувствительности полуккомплектов и в зоне их каскадного действия.

## Оценка защиты

---

### *Достоинства:*

Защита отличается простотой, быстродействием и абсолютной селективностью.

### *Недостатки:*

1. После срабатывания одного из комплектов, второй необходимо вывести из работы, т.к. возникает вероятность неселективного действия защиты при внешних КЗ.
2. Наличие зоны каскадного действия.

***Область применения:*** в настоящее время для защиты параллельных линий применяется довольно редко; в основном находит применение для защиты обмотки статора генератора от межвитковых замыканий.

---